

Revisão bibliográfica da manutenção preditiva e seus conceitos de tecnologia atrelados a Indústria 4.0

**SANTOS NETO, Manoel Ferreira*; LEITE, Denisson Santana;
NASCIMENTO, Willem Vieira**

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Tiradentes;

* Autor de correspondência. E-mail: manoefferreira4463@gmail.com

RESUMO

O presente estudo pretende apresentar à inovação da indústria 4.0 voltados as fases de manutenção aplicada aos novos meios de fabricação, tendo como principal foco fazer a ponte para a manutenção preditiva, a qual será bastante utilizada nesse setor, dessa maneira, estudando de que forma uma se comporta em relação à outra. Será abordada a manutenção como meio imprescindível para o advento da “Nova Revolução Industrial”, e seus impactos na automatização e prevenção de riscos. Mostrando de que forma a indústria espera e vai reagir ao advento de sistemas interligados e automatizados em toda linha de produção, facilitando assim o controle de toda cadeia produtiva, e uma maior visibilidade para os processos realizados em sistemas ciberfísicos, uma maior segurança de dados, e uma autonomia de robôs.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Manutenção Preditiva; Automatização; Monitoramento.

Bibliographic review of predictive maintenance and its technology concepts trailer to Industry 4.0

ABSTRACT

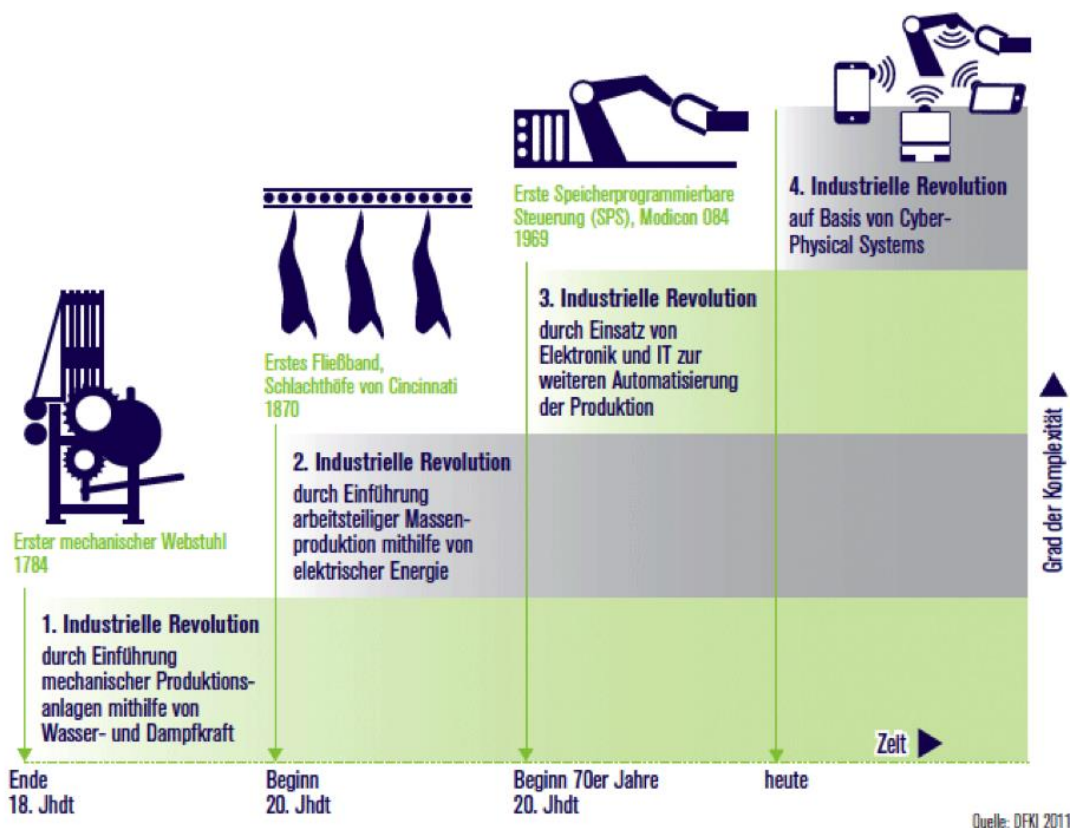
The present study intends to present industry innovation studies 4.0 focused on maintenance phases in the factory, with the main focus being the bridge to the predictive maintenance, in this way, studying how one behaves in relation to the other. Maintenance will be considered as an essential means for the advent of the "New Industrial Revolution", and its impacts on automation and risk prevention. Showing how the industry expects and will react to the advent of interconnected and automated systems across the industry, thereby facilitating control of the entire production chain, and greater visibility into cyberspace-based processes, increased data security, and robot autonomy.

Keywords: Industry 4.0; Predictive Maintenance; Automation; Monitoring.

1 Introdução

Ao longo dos anos a indústria sofreu muitas mudanças, a necessidade de novos produtos, o aumento da produtividade e a tecnologia foram moldando o cenário das quatro eras industriais como exemplificado na Figura 1.

Figura 1 – Os quatros estágios da revolução industrial



Fonte: Kagermann *et al.* (2013)

Foi no final do século XVIII que veio a primeira revolução industrial com as máquinas a vapor, o primeiro passo a modernização da indústria, nessa época se utilizava apenas a manutenção corretiva, logo após, veio a segunda revolução com a produção em massa e eletricidade nas fábricas no final do século XIX, nessa fase a manutenção também teve um grande avanço e o conceito de manutenção preventiva surgiu. A eletricidade veio até a terceira revolução industrial, já nesse terceiro momento a indústria é inserido sistema de informação e eletrônica com o intuito de otimizar e maximizar a produção e evitar desperdícios, nesse cenário surge o modelo de manutenção preditiva. Na quarta revolução industrial, é marcada pela convergência de tecnologias, advento de robôs integrados em sistemas ciberfísicos serão os responsáveis por uma transformação radical. (BORLIDO *et al.*, 2017)

O conceito de indústria 4.0 vem surgir em 2011 na Feira Industrial de Hannover, na Alemanha. O termo “Indústria 4.0”; “smartfactory”; “intelligentfactory”; “factoryofthe future” são termos que descrevem uma visão do que será uma fábrica no futuro (BAYGIN et al., 2016). Um dos princípios dessa nova fase industrial é o monitoramento e a coleta de dados imediatos. Ela visa uma indústria totalmente conectada de forma inteligente onde cada processo ou setor se comunique de forma integrada e automatizada, além disso, recursos como sensores de rádio frequência (RFID) serão cada vez mais utilizados e ajudaram nessa comunicação e coleta de dados.

A manutenção desses equipamentos também é de suma importância para manter a operacionalidade da produção, com destaque para manutenção que tem como objetivos de diminuir o tempo de paralisação e aumentar a economia, utilizando monitoramento da produção através de vários recursos integrado com um sistema de informação coletando dados de todo processo produtivo, a fim de identificar uma possível falha antes mesmo que ela aconteça. Portanto, se trata do tipo de manutenção mais adequada, a preditiva, para acompanhar a evolução da indústria 4.0. (FERREIRA, 2018)

Esta pesquisa tem por objetivo identificar de que forma a indústria 4.0 é aplicada, e de que forma a Manutenção Preditiva está impactando no que diz respeito a nova “Revolução Industrial” e as perspectivas do mercado a respeito de uma indústria totalmente automatizada, dessa forma fazer com que todos possam perceber o que a manutenção preditiva e a indústria 4.0 pode contribuir substancialmente para a automatização de processos e melhorias contínuas para prevenção da falha dos equipamentos.

2 Referencial Teórico

2.1 Manutenção Preditiva

Para Almeida (2011), manutenção preditiva consiste em realizar um monitoramento sistemático nas condições mecânicas, eletroeletrônicas, eletropneumáticas e eletro-hidráulicas dos equipamentos e instalações, monitorando os rendimentos das máquinas para que não haja quebra, obtendo assim um curto intervalo de reparos nas máquinas por quebras.

A manutenção preditiva consiste no acompanhamento de parâmetros operacionais das máquinas e do processo produtivo, e o desempenho particular do componente (KARDEC, *et al.*, 2009, p. 44). Os parâmetros mais comumente avaliados são: vibração, temperatura, qualidade de lubrificantes e parâmetros elétricos. Os parâmetros do processo e informações de projeto devem ser considerados para que seja feita a correlação do desempenho do equipamento com utilização de sua capacidade e da adequação da utilização ao projeto do equipamento

(FILHO, 2006, p. 78). As técnicas preditivas permitem a realização de intervenções com base no estado do equipamento, através da avaliação dos resultados da medição, acompanhamento ou monitoração dos parâmetros de desempenho dos equipamentos e componentes (KARDEC, *et al.*, 2009, p. 235).

Um dos principais parâmetros é a técnica de termografia, que é uma técnica não destrutiva, utilizando radiação infravermelha, emitida pelos corpos para a fim de medir a temperatura e observar diferenciais dessa distribuição de temperatura, tendo como objetivo principal fornecer informações em relação a condição operacional de um equipamento. “Temperatura é um dos parâmetros de mais fácil compreensão e o acompanhamento de sua variação permite constatar alteração na condição de equipamentos, componentes e do próprio processo” (KARDEC, *et al.*, 2007, p. 105).

Na Figura 2 pode-se verificar uma análise de manutenção preditiva por termografia, que tem como objetivo identificar as condições dos equipamentos à níveis de temperatura, identificando a raiz de possíveis falhas, permitindo assim, prática de correções seguras e eficazes.

Figura 2 – Operação da Manutenção Preditiva com aparelho de ultrassom



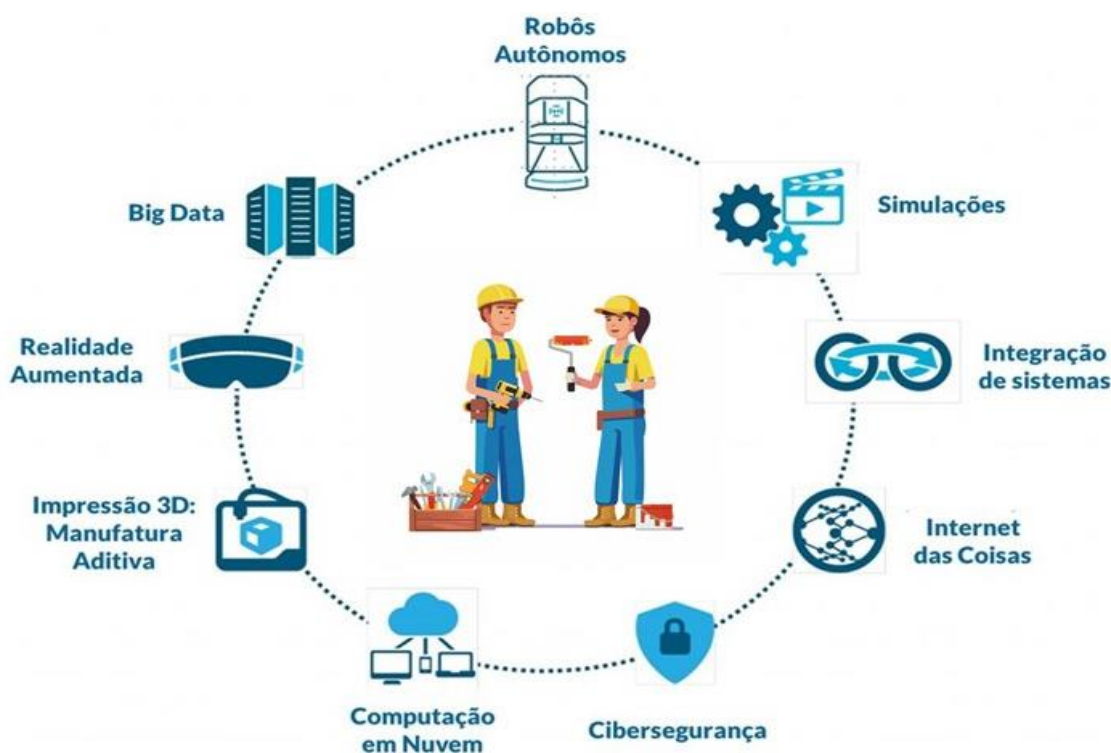
Fonte: Aplicação de Manutenção Preditiva (2018)

Conforme Marcorin *et al.* (2003), a manutenção preditiva é definida pela medição e análise de variáveis da máquina que possam identificar uma possível falha. Dessa forma, é possível toda equipe verificar de forma sistemática, o andamento de todos os equipamentos através de testes e prevenir possíveis falhas, fazendo com que o processo não seja encarecido, e precise fazer várias paradas durante a produção.

2.2 Indústria 4.0

A indústria 4.0, já está acontecendo e vem com o objetivo de juntar o homem a máquina. Para Blanchet *et al.* (2014) na Indústria 4.0, robôs e seres humanos vão trabalhar lado a lado com a utilização de sensores inteligentes e interfaces homem-máquina, facilitando a vida do homem e aumentando a produtividade da indústria, sem grandes erros nos itens a serem produzidos. Os pilares da indústria 4.0 são constituídos por três tecnologias principais: The Internet of Things (IoT) ou internet das coisas, Cyber-physical Systems ou sistemas ciber-físicos e big-data (COELHO, 2016). Tais divisões podem ser encontradas na Figura 3 ilustrando os pilares da indústria 4.0:

Figura 3 – Os pilares da Indústria 4.0



Fonte: O Futuro das coisas (2018)

Para Russwurm (2014, p.2) "O uso inovador de processos totalmente digitalizados, hardware e software industrial com base em normas abertas, constituem a base tecnológica para esta evolução na indústria. Esta é a visão discutida na Indústria 4.0". Essa revolução irá modificar todo o processo desde a produção até a distribuição e o mercado de trabalho será bastante afetado causando com que os operadores se tornem especialista nessa área, em que irá manusear a máquina em certas ocasiões. Nesta revolução o homem sentirá bastante já que a máquina irá substituí-lo causando demissões em massa. Mas, por outro lado a indústria irá ganhar na eficiência, qualidade e desempenho da produção.

3 Metodologia

A fim de alcançar o objetivo proposto, tem na sua natureza uma abordagem qualitativa, com um aprofundamento bibliográfico na Manutenção Preditiva com foco da Indústria 4.0 e como são utilizados na indústria do futuro, dessa forma, fazendo uma análise desse novo conceito que já começa a aparecer nos novos modelos de gestão dos negócios de forma integrada.

Uma Revisão de Literatura de caráter descritiva sobre este conceito foi realizada para a produção desse Artigo. A partir dos estudos técnicos foram realizadas pesquisas bibliográficas, onde foi buscado referenciais teóricos em livros, artigos e sites. A coleta de dados foi realizada através de levantamentos de artigos com publicações recentes acerca da área.

4 Discussões

Em um estudo realizado na empresa BOSCH para implementação de um modelo de manutenção baseado nos conceitos de indústria 4.0 pode-se obter uma exemplificação do funcionamento de uma manutenção Preditiva nesse novo modelo de indústria. O projeto aplicado na empresa tem denominação SMART PRESS. O estudo é baseado em uma Prensa X que foi escolhida após uma série de avaliações e por ser a única com consola Siemens, chegando assim na melhor opção para o desenvolvimento do projeto. A Figura 4 mostra o equipamento analisado (SILVA, 2017)

Figura 4 – Prensa consola Siemens



Fonte: http://www.directindustry.com/pt/prod/sicmi-srl/product-173452-1824570.html#product-item_1824564

Após sua escolha foi feito uma análise dos custos e o tempo para sua manutenção, foi observado que seu maior problema está nas ferramentas que passam pela prensa. Partindo dessa

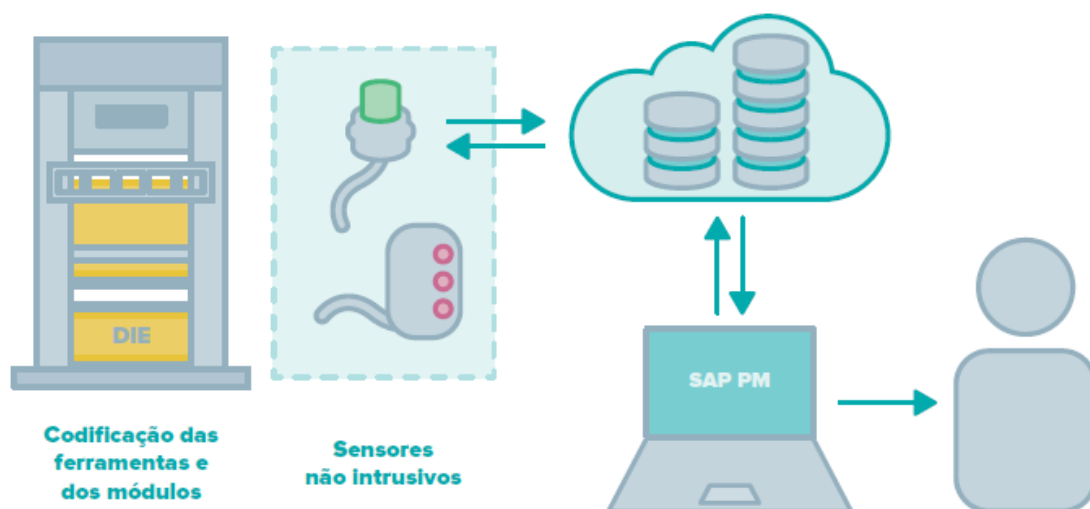
premissa foi constatado que a manutenção preventiva existente não está adequada o que acarreta um maior número de paradas na produção elevando os custos.

Um dos pontos principais para o desenvolvimento do SMART PRESS é a instalação de sensores na prensa que identificaram e lançaram para uma base de dados as informações coletadas. Essa coleta de dados será feita em intervalos de 5 minutos. Os sensores trabalharam analisando o número de pancadas na tratativa das ferramentas estabelecendo uma quantia máxima para que se mande um alerta ao sistema SAP PM e se faça a manutenção. Segue explicação do autor para o início do projeto e ao decorrer das coletas das informações:

“Com o passar do tempo e o histórico que vai sendo obtido, tendo a relação módulo / número pancadas / avarias detectadas / peça ajustar-se-á de forma contínua a manutenção planejada por número de pancadas. Será necessário um contador a fornecer informação para dois campos: um campo para a contagem do número de pancadas / módulo / referência peça, que servirá para quando chegar ao limite definido (por exemplo, em cada 10000 pancadas disparar uma notificação para manutenção planejada, e após esta recomeçar a contagem do zero), e um segundo onde se registra as contagens do número pancadas / número peças / módulo ao longo da vida deste (histórico esse de significativo valor para, posteriormente, analisar).”(SILVA, 2017).

O sistema SAP PM para coleta de informações terá o objetivo de gerar alertas quando o número selecionado de pancadas for alcançado, como foi citado anteriormente, e facilitar na tratativa dos dados coletados ajudando assim nas tomadas de decisão para o melhoramento da manutenção e projeto. A Figura 5 apresenta um modelo do funcionamento da transmissão de dados apresentado no estudo.

Figura5 – Relação entre prensa, sistema e passagem de informação.



Fonte: Integração e Adaptação do SAP (2017).

O acompanhamento das informações da máquina contempla as premissas da manutenção preditiva, ajudando nas medidas de manutenção evitando paradas inesperadas na produção e diminuindo os custos.

Para as etapas futuras do projeto é sugerido pesquisa de mercado e avaliações de uma melhor arquitetura para base de dados do sistema e investimento em tecnologia. Esse conjunto de medidas fará com que a manutenção seja baseada no número de pancadas reduzindo os custos e diminuindo defeitos nas ferramentas. O autor frisa que o SMART PRESS não tem a finalidade de dar uma solução pronta para manutenção 4.0 e sim um modelo a ser seguido e investido para um retorno futuro.

Com relação aos problemas encontrados para a implementação do projeto está a disponibilidade de recursos: dinheiro, tempo e conhecimento, por se tratar de algo novo surge também a resistência dos recursos humanos a se adaptarem mudanças. Dos pontos positivos do projeto está a introdução de uma ferramenta que se enquadra na indústria 4.0 colocando assim a empresa no patamar esperado para o futuro do mercado e, além disso, obtendo dados de suas máquinas centralizando-os em um sistema de forma organizada se abre um leque de opções para a tratativa dessas informações ajudando na tomada de decisões. (SILVA, 2017)

5 Considerações Finais

Concluimos que as indústrias cada vez mais automatizadas e conectadas através de sistemas de informações avançados englobam o conceito de manutenção preditiva, que só tem a evoluir e cada vez mais se torna imprescindível nas empresas. O avanço tecnológico que acompanha a chegada da indústria 4.0 ajudará nas técnicas de monitoramento e acompanhamento das máquinas da manutenção preditiva, facilitando a identificação de erros no funcionamento dos maquinários sem que prejudique a produção. Em curto prazo a implementação desse modelo de manutenção e conceitos da indústria 4.0 será de forma mais lenta e abrangerá empresas com um poder aquisitivo maior devido aos custos elevados e se faz necessário uma capacitação adequada à mão de obra para que se possam adequar ao novo modelo de indústria.

Para as pequenas e médias empresas, a aquisição de equipamentos tem um custo elevado em relação ao seu orçamento, uma alternativa para se adequar a esse avanço tecnológico seria o aluguel desses aparatos, pois economicamente seria rentável para essas companhias.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, M. T., **Manutenção preditiva: benefícios e lucratividade**. MTA, 2011. Disponível em: <<http://www.mtaev.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2018.
- BORLIDO, D.J.A.; LEITÃO, A.L.F. **Indústria 4.0 – Aplicação a Sistemas de Manutenção**. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Universidade do Porto, Portugal. 2017.
- BAYGIN, M. et al. **An Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education**. 2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), p. 1-4, 2016.
- BLANCHET, M. et al. **Industry 4.0. The new industrial revolution**. How Europe will succeed. Hg. v. Roland Berger Strategy Consultants.
- COELHO, P. M. N. **Rumo à Indústria 4.0**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Acesso em: 10 set. 2018
- DA COSTA, CESAR. **Indústria 4.0: O futuro da Indústria Nacional**. Posgere (ISSN 2526-4982), v.1, n. 4. Set. 2017, p. 5-14. Campus/São Paulo.
- DEFINA ONDE APLICAR MANUTENÇÃO PREDITIVA, 2018. ONLINE. <Disponível em: <<http://www.mmtec.com.br/wp-content/uploads/2017/12/Defina-onde-aplicar-a-Manutencao-Preditiva-1080x675.jpg>>. Acesso em outubro de 2018.
- FERREIRA, J.V.S. **Inspecção e Monitoramento de Obras de Arte Especiais com vista a Manutenção Preditiva**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2018.
- FILHO, Gil B. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Disponibilidade**. 4. ed. Rio de Janeiro. Ed. Ciência Moderna Ltda, 2006.
- PINA DA SILVA, S.F.A. **Integração e Adaptação do SAPE Indústria 4.0 na Área de Manutenção Industrial no Grupo Bosch Termotecnologia, S.A**. Santiago: Universidade de Aveiro, 2017
- MARCORIN, Wilson Roberto, LIMA, Carlos Roberto Camello. **Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos**, 2008. Disponível em <http://www.unimep.br/phpg/editora/revistaspdf/rct22art03.pdf>. Acesso em 24 Out.de 2018.
- NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de manutenção preditiva**.v. 2. São Paulo: E. Blucher, 1989.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio; BARONI, Tarcísio. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2007.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª ed. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2009.
- O'CONNOR, G. C.; HENDRICKS, R.; RICE, M. P. **Assessing transition readiness for radical innovation**. Research Technology Management, v. 45, n. 6, p. 50-56, nov. 2002.
- O FUTURO DAS COISAS, 2018. ONLINE.<Disponível em: <<http://ofuturodascoisas.com/wp-content/uploads/2016/09/Ind%C3%BAtria-4.0.png>>. Acesso em outubro de 2018.
- RUSSWURM, S. **Industrie 4.0 – from vision to reality**. SIEMENS Industry Sector – Background Information. Disponível em <<http://www.siemens.com/press/pool/de/events/2014/industry/2014-04-hannovermesse/background-indutrie40-e.pdf>>, 2014. Acesso em: 10 set. 2018.
- VIANA H. R. G. **PCM – Planejamento e controle de manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- SICMI. **PRENSA HIDRÁULICA PARA MONTAGEM**. Disponível em: <http://www.directindustry.com/pt/prod/sicmi-srl/product-1734521824570.html#product-item_1824564>, acesso em: 26 de out. de 2018.